

## PEMBUATAN PULP DARI ALANG-ALANG

Ivan Wibisono<sup>1)</sup>, Hugo Leonardo<sup>1)</sup>, Antaresti<sup>2)</sup>, Aylianawati<sup>2)</sup>  
E-mail: [ivan\\_wihaoyen@yahoo.com](mailto:ivan_wihaoyen@yahoo.com)

### ABSTRAK

*Alang-alang merupakan tanaman gulma yang jumlahnya cukup besar di Indonesia. Hingga saat ini pemanfaatan dalam jumlah yang besar terhadap alang-alang di Indonesia belum ada. Alang-alang mempunyai kandungan selulosa yang cukup tinggi. Pada penelitian pendahuluan terhadap bahan baku alang-alang mengandung kadar alfa selulosa sekitar 41,7% dan mempunyai bilangan Kappa sebesar 37,1886. Maka alang-alang bisa dijadikan sebagai bahan dari pulp untuk pembuatan kertas.*

*Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh waktu hidrolisis, pengaruh suhu pemasakan dan pengaruh penambahan larutan pemasakan dengan beda konsentrasi dalam pembuatan pulp kertas dengan menggunakan proses asetosolv terhadap kadar alfa selulosa dan bilangan Kappa berdasarkan acuan terhadap pulp yang digunakan sebagai bahan kertas. Mula-mula, pada penelitian ini dibuat pulp dari alang-alang dengan proses asetosolv. Pulp alang-alang yang telah dibuat tersebut kemudian diuji nilai KAS untuk menentukan kadar alfa selulosa dan uji bilangan Kappa untuk menentukan jumlah ligninnya, dan juga dihitung nilai yield.*

*Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan kondisi terbaik untuk pemasakan pulp alang-alang dengan proses asetosolv, yaitu dengan kadar asam asetat 90% dan pada suhu proses 100°C, dengan waktu proses 1 jam, menghasilkan pulp dengan kadar alfa selulosa 84,6%, yield 62,8%, dan bilangan Kappa sebesar 23,6628.*

Kata kunci: alang-alang, asetosolv, asam asetat, alfa selulosa, lignin

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki daratan yang luas. Walaupun luas negara Indonesia mencapai 1.904.569 km<sup>2</sup>, tidak seluruh dari luas wilayah tersebut dimanfaatkan dengan ditanami dengan tanaman yang bermanfaat. Salah satu tumbuhan yang dirasa kurang bermanfaat adalah rumput alang-alang. Kertas menjadi salah satu sarana komunikasi secara nonverbal dalam berbagai sektor kehidupan. Indonesia yang penduduknya berjumlah 237.556.363 (sensus tahun 2010, Badan Pusat Statistik) menjadikan negara tersebut konsumtif dalam pemakaian jumlah kertas. Sebagai negara berkembang kebutuhan informasi serta hiburan berkembang pesat di Indonesia. Dalam segala usia, pemakaian kertas dipakai berdasarkan kebutuhan yang berbeda-beda. Maka dari itu, seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan kertas, industri-industri pembuatan kertas di Indonesia mengalami peningkatan.

Dengan meningkatnya kebutuhan yang besar akan kertas, dan tuntutan masyarakat akan teknologi yang ramah lingkungan semakin meningkat, menyebabkan perlunya pemasokan bahan baku kertas yang besar pula pada sektor industri kertas. Maka tanaman alang-alang yang mengandung selulosa dapat dijadikan sebagai bahan pembuat pulp, karena selain persediaannya yang banyak di Indonesia, dan juga dapat menggantikan bahan baku kayu di hutan sebagai bahan baku pembuatan pulp.

Salah satu teknologi alternatif dalam pembuatan pulp kertas adalah proses organosolv, yaitu proses pemisahan serat dengan menggunakan bahan kimia organik seperti: metanol, etanol, aseton, asam asetat, dan lain-lain. Proses ini telah terbukti memberikan dampak yang baik bagi lingkungan dan sangat efisien dalam pemanfaatan sumber daya hutan. Tanaman alang-alang yang tidak diharapkan masyarakat dapat diolah dengan menggunakan teknologi yang ramah lingkungan yaitu proses asetosolv, yang merupakan salah satu proses organosolv, dengan bahan asam asetat untuk menjadi pulp kertas. Proses acetosolv dalam pengolahan pulp memiliki beberapa keunggulan, antara lain: bebas senyawa sulfur, daur ulang limbah dapat dilakukan hanya dengan metode penguapan dengan tingkat kemurnian yang cukup tinggi. Dan juga bahan pemasak yang digunakan dalam proses acetosolv dapat diambil kembali, tanpa adanya proses pembakaran bahan bekas pemasak.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan yaitu mempelajari waktu hidrolisis dan pengaruh suhu pemasakan dan juga pengaruh penambahan larutan pemasakan dengan beda konsentrasi dalam pembuatan pulp terhadap kadar alfa selulosa, yield pulp, dan kadar lignin yang terdegradasi dengan proses asetosolv. Selain itu, juga mempelajari karakteristik pulp hasil pemasakan dari alang-alang berdasarkan acuan pulp komersial.

<sup>1)</sup> Mahasiswa di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

<sup>2)</sup> Staf Pengajar di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

## TINJAUAN PUSTAKA

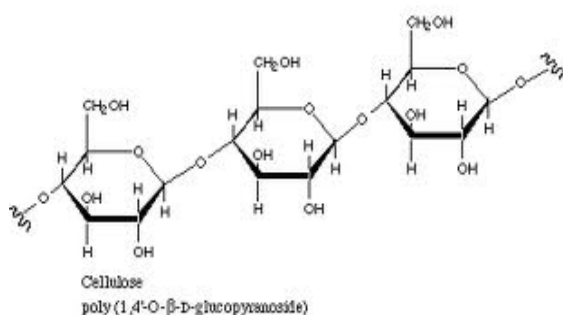
### Alang-alang

Pada penelitian ini digunakan bahan baku alang-alang, Alang-alang atau ilalang ialah sejenis rumput berdaun tajam, yang kerap menjadi gulma di lahan pertanian. Alang-alang menyebar secara alami mulai dari India hingga ke Asia Timur, Asia Tenggara, Mikronesia, dan Australia. Kini alang-alang juga ditemukan di Asia Utara, Eropa, Afrika, dan Amerika.

Bahan kering dari alang-alang mengandung abu sebesar 5,42 %, silika 3,6 %, lignin 18,12 %, pentosan 28,58 %, dan kadar alfa selulosa 44,28 %, dan juga mempunyai derajat polimerisasi berkisar 600-1500<sup>[2][10]</sup>.

### Selulosa

Selulosa ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub> adalah polimer berantai panjang polisakarida karbohidrat, dari beta-glukosa. Selulosa merupakan komponen utama dalam pembuatan kertas. Selulosa adalah senyawa organik penyusun utama dinding sel dari tumbuhan. Adapun sifat dari selulosa adalah berbentuk senyawa berserat, mempunyai tegangan tarik yang tinggi, tidak larut dalam air dan pelarut organik.



**Gambar 1.** Rumus Molekul Selulosa

Selulosa merupakan unsur yang penting dalam proses pembuatan pulp. Semakin banyak selulosa yang terkandung dalam pulp, maka semakin baik kualitas pulp tersebut. Berdasarkan derajat polimerisasi (DP), maka selulosa dapat dibedakan atas tiga jenis yaitu:

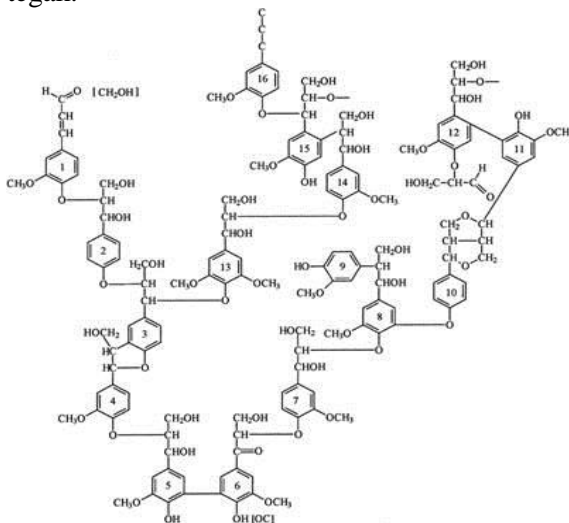
- Selulosa  $\alpha$  (*Alpha Cellulose*) adalah selulosa berantai panjang, tidak larut dalam larutan NaOH 17,5% atau larutan basa kuat dengan DP (derajat polimerisasi) berkisar 600-1500. Selulosa  $\alpha$  dipakai sebagai penduga dan atau penentu tingkat kemurnian selulosa.
- Selulosa  $\beta$  (*Betha Cellulose*) adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan

DP berkisar 15-90, dapat mengendap bila dinetralkan.

- Selulosa  $\gamma$  (*Gamma cellulose*) adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan DP kurang daripada 15<sup>[2]</sup>.

### Lignin

Lignin adalah zat yang bersama-sama dengan selulosa yang adalah salah satu sel yang terdapat dalam kayu. Lignin berguna dalam kayu seperti lem atau semen yang mengikat sel-sel lain dalam satu kesatuan, sehingga bisa menambah *support* dan kekuatan kayu (*mechanical strength*) agar kokoh dan berdiri tegak.



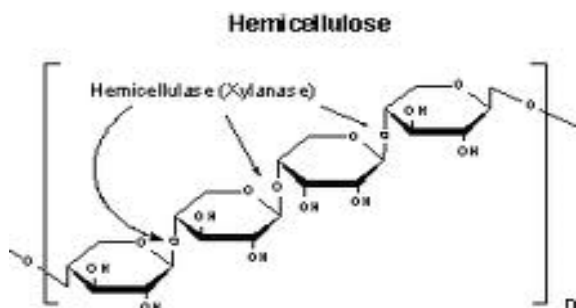
**Gambar 2.** Struktur Lignin<sup>[15]</sup>

Lignin memiliki struktur kimiawi yang bercabang-cabang dan berbentuk polimer tiga dimensi. Molekul dasar lignin adalah fenil propan. Molekul lignin memiliki derajat polimerisasi tinggi. Oleh karena ukuran dan strukturnya yang tiga dimensi bisa memungkinkan lignin berfungsi sebagai semen atau lem bagi kayu yang dapat mengikat serat dan memberikan kekerasan struktur serat. Bagian tengah lamela pada sel kayu, sebagian besar terdiri dari lignin, berikatan dengan sel-sel lain dan menambah kekuatan struktur kayu. Dinding sel juga mengandung lignin. Pada dinding sel, lignin bersama-sama dengan hemiselulosa membentuk matriks (semen) yang mengikat serat-serat halus selulosa. Lignin di dalam kayu memiliki persentase yang berbeda tergantung dari jenis kayu<sup>[3]</sup>.

### Hemiselulosa

Hemiselulosa merupakan senyawa sejenis polisakarida yang terdapat pada semua

jenis serat, mudah larut dalam alkali, dan mudah terhidrolisis oleh asam mineral menjadi gula dan senyawa lain. Hemiselulosa lebih mudah larut daripada selulosa, dan dapat diisolasi dari kayu dengan ekstraksi.



Gambar 3. Senyawa Hemiselulosa<sup>[14]</sup>

### Proses Asetosolv

Proses pemisahan serat dengan menggunakan bahan kimia organik seperti misalnya: metanol, etanol, aseton, asam asetat, dan lain-lain dinamakan dengan proses organosolv. Proses ini telah terbukti memberikan dampak yang baik bagi lingkungan dan sangat efisien dalam pemanfaatan sumber daya hutan.

Dengan menggunakan proses organosolv diharapkan permasalahan lingkungan yang dihadapi oleh industri pulp dan kertas akan dapat diatasi. Proses organosolv memberikan beberapa keuntungan, yaitu rendemen pulp yang dihasilkan tinggi, daur ulang lindi hitam dapat dilakukan dengan mudah, tidak menggunakan unsur sulfur sehingga lebih aman terhadap lingkungan, dapat menghasilkan *by-products* (hasil sampingan) berupa lignin dan hemiselulosa dengan tingkat kemurnian tinggi. Ini secara ekonomis dapat mengurangi biaya produksi, dan dapat dioperasikan secara ekonomis pada kapasitas terpasang yang relatif kecil yaitu sekitar 200 ton pulp per hari<sup>[6]</sup>.

Penggunaan asam asetat sebagai pelarut organik disebut dengan proses asetosolv. Kekuatan tarik pulp asetosolv setara dengan kekuatan tarik pulp *kraft*. Proses asetosolv dalam pengolahan pulp memiliki beberapa keunggulan, antara lain: bebas senyawa sulfur, daur ulang limbah dapat dilakukan hanya dengan metode penguapan dengan tingkat kemurnian yang cukup tinggi, yaitu dengan distilasi saja daur ulang pemakaian asam asetat sebagai bahan pemasaknya, dan nilai hasil daur ulangnya jauh lebih mahal dibanding dengan hasil daur ulang limbah *kraft*. Keuntungan lain dari proses asetosolv adalah bahwa bahan pemasak yang digunakan dapat diambil kembali

tanpa adanya proses pembakaran bahan bekas pemasak. Tidak seperti proses pemasakan pulp dengan metode *kraft*, yang limbah larutan pemasaknya atau *black liquor* harus dimasukkan ke dalam furnis yang panas, dan bertekanan tinggi untuk mendapatkan sisa larutan pemasak yang mengandung senyawa sulfur dalam bentuk abu, yang kemudian abu ini harus dicampur dengan *lime* atau CaO untuk menghilangkan bahan kimia asal seperti NaOH, Na<sub>2</sub>S, dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> membentuk *green liquor*. *Lime* ditambahkan lagi dalam *green liquor* untuk mengubah sodium karbonat menjadi sodium hidroksida agar menjadi *white liquor* dan baru bisa dipake menjadi larutan pemasak lagi pada pulp<sup>[17]</sup>.

Proses asetosolv lebih menguntungkan karena tidak perlu menggunakan dapur untuk pembakaran daur ulang *black liquor*, karena hanya dengan pemisahan secara distilasi saja sudah bisa, tidak terlalu memakan biaya untuk bahan bakar pada pembakaran di dapur.

Dari penelitian dengan penggunaan proses asetosolv, telah dilakukan pembuatan pulp berbahan ampas tebu dan enceng gondok yang didapatkan nilai KAS untuk ampas tebu sebesar 83,93% dan nilai KAS untuk eceng gondok 75,2%<sup>[11]</sup>. Nilai KAS yang diperoleh dari proses acetosolv untuk pemasakan eceng gondok dan ampas tebu masih lebih rendah jika dibandingkan nilai KAS dari pulp yang dipersyaratkan oleh pabrik kertas yaitu sebesar 86%. Perbandingan antara data yang digunakan pada enceng gondok terhadap ampas tebu disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Antara Data yang Digunakan pada Enceng Gondok terhadap Ampas Tebu<sup>[11]</sup>

Variabel	Enceng Gondok	Ampas tebu
Suhu yang digunakan	180°C	60-110°C
Tekanan yang dipakai	Tekanan yang terjadi pada saat suhu tersebut	Tekanan yang terjadi pada saat suhu tersebut
Konsentrasi asam asetat sebagai larutan pemasak	Dipakai dengan kisaran 50-90%	Dipakai dengan kisaran 60, 80, 100 %
Waktu pemasakan	120 menit	30-90 menit
Pemakaian Katalis	Katalis HCl 0,5%	Katalis HCl 0,5-3%
Kadar alfa selulosa	64%	47,7%
Kadar lignin	8%	19,6%

## Pulp

Pulp adalah hasil pemisahan serat dari bahan baku berserat. Pulp dapat dibuat dari bahan kayu, non kayu, dan kertas bekas (*waste paper*). Pulp merupakan bubur kayu sebagai bahan dasar dalam pembuatan kertas. Bahan baku pulp biasanya mengandung tiga komponen utama, yaitu: selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Secara umum prinsip pembuatan pulp merupakan proses pemisahan selulosa terhadap *impurities* bahan-bahan dari senyawa yang dikandung oleh kayu di antaranya lignin.

Proses pembuatan pulp di antaranya dilakukan dengan proses: mekanis, kimia, dan semikimia. Proses pembuatan pulp dengan proses kimia ini akan menghasilkan pulp dengan kekuatan tarik lebih tinggi daripada proses mekanis dan semikimia<sup>[2]</sup>.

## Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Pembuatan Pulp

Proses pembuatan pulp dipengaruhi oleh kondisi proses antara lain:

### 1. Konsentrasi larutan pemasak

Dengan konsentrasi larutan pemasak yang makin besar, maka jumlah larutan pemasak yang bereaksi dengan lignin semakin banyak. Akan tetapi, pemakaian larutan pemasak yang berlebihan tidak terlalu baik karena akan menyebabkan selulosa terdegradasi. Asam asetat bisa digunakan sebagai larutan pemasak sampai dengan konsentrasi 100%<sup>[5]</sup>.

### 2. Suhu

Dengan meningkatnya suhu, maka akan meningkatkan laju delignifikasi (penghilangan lignin). Namun, jika suhu di atas 160°C menyebabkan terjadinya degradasi selulosa<sup>[7]</sup>.

### 3. Waktu pemasakan

Dengan semakin lamanya waktu pemasakan akan menyebabkan reaksi hidrolisis lignin makin meningkat. Namun, waktu pemasakan yang terlalu lama akan menyebabkan selulosa terhidrolisis, sehingga hal ini akan menurunkan kualitas pulp. Waktu pemasakan yang dilakukan sebelum 1 jam pulp belum terbentuk. Untuk waktu pemasakan di atas 5 jam selulosa akan terdegradasi.

### 4. Ukuran bahan baku

Ukuran bahan baku yang berbeda menyebabkan luas kontak antar bahan baku dengan larutan pemasak berbeda. Semakin kecil ukuran bahan baku akan menyebabkan luas

kontak antara bahan baku dengan larutan pemasak semakin luas, sehingga reaksi lebih baik<sup>[8]</sup>.

### 5. Kecepatan pengadukan

Pengadukan berfungsi untuk memperbesar tumbukan antara zat-zat yang bereaksi sehingga reaksi dapat berlangsung dengan baik<sup>[7]</sup>.

## Penentuan Kualitas Pulp

Secara umum kualitas pulp dapat diukur dengan penentuan:

### 1. Kadar Alfa Selulosa (KAS)

Kadar Alfa Selulosa (KAS) merupakan parameter yang digunakan untuk menentukan banyaknya selulosa yang terdapat dalam pulp. Semakin tinggi KAS menunjukkan semakin banyaknya alfa selulosa yang terkandung dalam pulp dan juga kualitas pulp yang semakin baik. Kadar alfa selulosa dalam pulp dipengaruhi oleh konsentrasi dan jenis larutan pemasak, suhu, waktu pemasakan, dan jenis bahan yang digunakan untuk membuat pulp<sup>[8]</sup>.

### 2. Kadar Lignin

Kadar lignin dari pulp menunjukkan sisa lignin yang tertinggal dari hidrolisis yang tidak sempurna. Kadar lignin dapat ditentukan dengan mengoksidasi lignin menggunakan kalium permanganat dalam suasana asam. Salah satu metode untuk menentukan jumlah lignin yang tersisa dalam pulp adalah dengan mengukur bilangan Kappa. Bilangan Kappa adalah volume (dalam mililiter) dari larutan  $\text{KMnO}_4$  0,1 N yang dikonsumsi oleh 1 gram pulp kering. Semakin tinggi bilangan Kappa berarti sisa lignin dalam pulp juga semakin tinggi<sup>[5]</sup>.

## METODE PENELITIAN

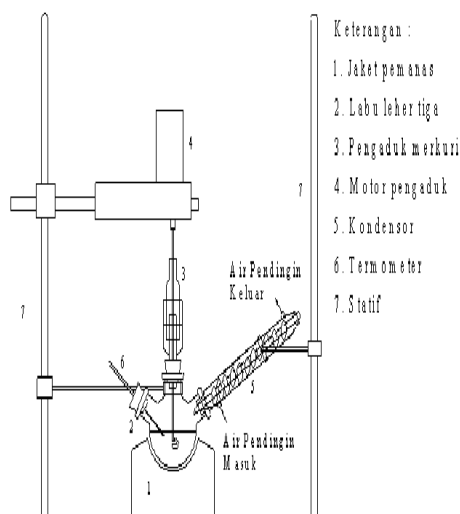
Langkah pertama penelitian yaitu melakukan pembuatan pulp dari alang-alang dengan menggunakan proses acetosolv, mula-mula bahan baku alang-alang dipotong-potong sekitar 1 cm sebanyak 10 gram. Lalu alang-alang dikeringkan dan dimasak dengan menggunakan larutan pemasak yaitu Asam Asetat dengan perbandingan 10:1 sebanyak 100 ml untuk 10 gram dengan variasi konsentrasi serta suhu yang berbeda.

Pulp dari alang-alang kemudian dimasak dengan waktu yang berbeda dan terhadap hasil hidrolisis kemudian dilakukan uji KAS untuk menentukan kadar alfa selulosa dan uji bilangan Kappa. Pulp yang telah dimasak kemudian diuji karakteristiknya dan dibandingkan dengan pulp

komersial yang biasa dipakai oleh pabrik kertas pada umumnya.

### Rangkaian Alat Penelitian

Rangkaian alat yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 4.** Rangkaian Alat Pemasak Alang-Alang

Produk yang dihasilkan berupa pulp alang-alang yang dipisahkan terlebih dahulu dari larutan pemasaknya, lalu dimasukkan ke dalam oven, setelah kering terhadap pulp dilakukan pengukuran kadar alfa selulosa, lignin, dan *yield* pulp. Analisis variabel yang dipakai terhadap proses pemasakan produk pulp antara lain: ukuran bahan baku, volume larutan, kecepatan pengadukan, konsentrasi larutan pemasak, suhu, dan waktu.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Analisis Bahan Baku

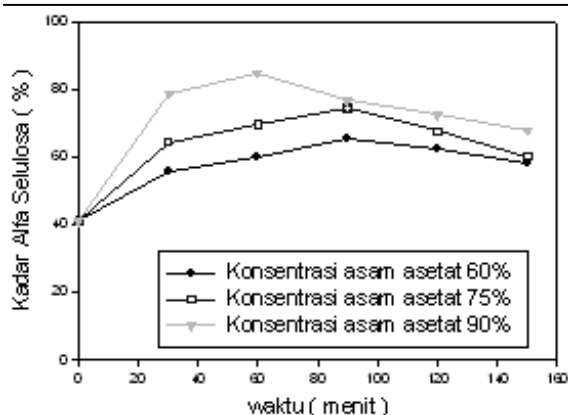
Pembuatan pulp dilakukan dengan berbagai variasi waktu hidrolisis, suhu hidrolisis dan konsentrasi larutan asam asetat yang dipakai. Analisis yang dilakukan terhadap pulp meliputi kadar alfa selulosa (KAS) dan bilangan Kappa (untuk mengukur kadar lignin) serta *yield* pulp hasil dari hidrolisis. Pada proses pemasakan bahan baku, dilakukan penambahan katalis HCl 1%. Penambahan katalis berupa HCl 1% dilakukan untuk mempercepat reaksi serta membuat konversi reaksi berlangsung lebih baik. Katalis yang digunakan sebesar 1% dari jumlah volume larutan pemasak yang digunakan. Penambahan katalis tidak dilakukan melebihi sebesar 1% karena akan menimbulkan korosi sebab larutan katalis yang digunakan bersifat asam kuat<sup>[17]</sup>.

Ukuran partikel bahan baku alang-alang dibuat seragam sekitar 80 mesh. Partikel terlebih dahulu dikecilkan lalu dimaksudkan agar selama pemasakan area dari partikel dapat terkontak semua dengan larutan pemasak, sehingga proses pemasakan berlangsung lebih baik. Akan tetapi, partikel tidak bisa dikecilkan lagi sebab ketika partikel menjadi sangat kecil, kandungan dari alfa selulosa akan rusak<sup>[17]</sup>.

Volume asam asetat yang digunakan pada penelitian kali ini mempunyai perbandingan 10:1 dari massa/berat alang-alang yang dimasak. Volume yang digunakan tidak lebih kecil daripada perbandingan 10:1 karena dari penelitian pendahuluan, jika semakin kecil volume asam asetat yang digunakan, luas kontak permukaan dengan bahan baku akan lebih kecil, serta adanya bahan baku yang menumpuk di bagian bawah labu leher tiga. Pada penelitian ini digunakan pengadukan dengan kecepatan 150 rpm. Proses ini perlu pengadukan agar bahan baku tidak menumpuk di bagian bawah serta bahan baku dapat terkontak secara baik dengan larutan pemasak. Kecepatan pengadukan tidak dilakukan melebihi 150 rpm karena akan menimbulkan vorteks yang menyebabkan sebagian alang-alang menempel di dinding labu leher tiga.

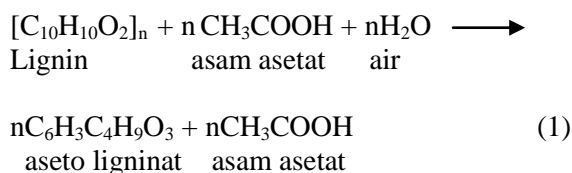
### Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam Asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) Terhadap Jumlah Kadar Alfa Selulosa Yang Dihasilkan

Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa semakin meningkatnya konsentrasi asam asetat yang digunakan sebagai larutan pemasak akan mempengaruhi kadar alfa selulosa yang didapat. Semakin besar konsentrasi larutan asam asetat akan memberikan kadar alfa selulosa yang lebih besar. Hal tersebut terlihat pada Gambar 5, bahwa pada konsentrasi asam asetat 90% memiliki titik maksimum kadar alfa selulosa yang lebih tinggi daripada konsentrasi asam asetat 75% dan 60% yaitu sebesar 84,6% pada waktu pemasakan 60 menit dengan suhu 100°C. Begitu juga dengan konsentrasi asam asetat 75% pada waktu pemasakan 90 menit pada suhu 100°C memiliki titik maksimum kadar alfa selulosa sebesar 74,3% yang lebih tinggi daripada titik maksimum konsentrasi asam asetat 60% pada waktu 90 menit suhu 100°C yang hanya menghasilkan kadar alfa selulosa sebesar 65,2%. Hal ini disebabkan karena dengan semakin tingginya konsentrasi asam asetat yang digunakan, menyebabkan lebih banyak asam asetat yang dapat mengikat lignin.



**Gambar 5.** Hubungan Antara Waktu terhadap KAS Untuk Berbagai Konsentrasi Asam Asetat Pada Suhu 100°C

Degradasi dari lignin menyebabkan alfa selulosa yang sebelumnya terikat oleh lignin akan terlepas dari lignin sehingga didapat kandungan pulp dengan kadar alfa selulosa yang lebih tinggi<sup>[15]</sup>. Mekanisme reaksi pemasakan serta degradasi alang-alang dapat dilihat pada persamaan reaksi berikut:

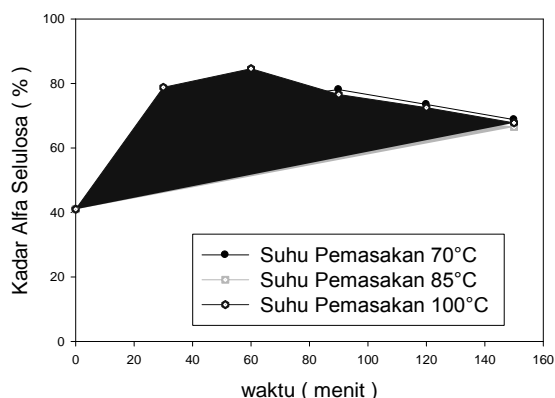


Pada Gambar 5 dapat dilihat adanya titik maksimum dan penurunan untuk kadar alfa selulosa yang didapat untuk setiap beda konsentrasi larutan pemasak. Adanya titik maksimum dan adanya penurunan kadar alfa selulosa disebabkan oleh waktu atau lama proses pemasakan berlangsung. Penurunan kadar alfa selulosa yang terjadi dikarenakan dengan semakin tinggi pemakaian konsentrasi asam asetat untuk hidrolisis bahan baku, menyebabkan alfa selulosa yang sebenarnya mudah untuk terhidrolisis akan mengalami gangguan dalam hidrolisis sehingga kadar alfa selulosa mengalami penurunan. Ketika larutan pemasak sudah hampir menghidrolisis lignin sepenuhnya, maka larutan pemasak juga bereaksi dengan ikatan selulosa sehingga merusak ikatan polimerisasi alfa selulosa dan membuat kadar dari alfa selulosa menurun.

#### Pengaruh Suhu Proses Pemasakan Terhadap Jumlah Kadar Alfa Selulosa Yang Dihasilkan

Dari hasil penelitian yang disajikan pada Gambar 6 terlihat bahwa dengan semakin meningkatnya suhu pada proses pemasakan yang dipakai akan mempengaruhi kadar alfa

selulosa yang didapat. Semakin besar dari suhu pada proses pemasakan yang dipakai memberikan kadar alfa selulosa yang lebih besar.



**Gambar 6.** Hubungan Antara Waktu Terhadap KAS Untuk Berbagai Variasi Suhu Pada Konsentrasi Asam Asetat 90%

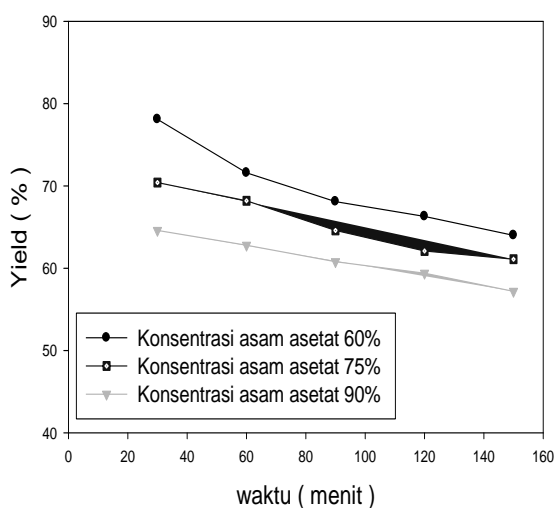
Pada proses pemasakan dengan suhu 100°C memiliki titik maksimum kadar alfa selulosa yang lebih tinggi daripada proses pemasakan dengan suhu 85°C dan 70°C, yaitu sebesar 84,6% pada waktu pemasakan 60 menit dengan konsentrasi asam asetat 90%. Begitu juga dengan proses pemasakan dengan suhu 85°C memiliki titik maksimum kadar alfa selulosa sebesar 81.1% pada konsentrasi asam asetat 90% selama 60 menit, yang lebih tinggi daripada proses pemasakan dengan suhu 70°C yang hanya mempunyai titik maksimum kadar alfa selulosa sebesar 78.1% pada konsentrasi 90% selama 90 menit.

Dari penelitian pendahuluan diketahui bahwa reaksi pemasakan bahan baku dengan asam asetat berlangsung pada kondisi endotermis, di mana konversi reaksi pada reaksi endotermis akan dipengaruhi oleh panas yang diterima pada saat proses pemasakan. Besar pemasakan akan kebutuhan panas bergantung pada perubahan suhu. Semakin besar perubahan suhu akan menyebabkan semakin besar pula panas yang dihasilkan. Maka dengan penggunaan suhu pemasakan yang lebih tinggi akan membuat konversi dari reaksi lebih baik. Dengan semakin baiknya konversi reaksi akan menyebabkan lignin yang terdegradasi semakin besar sehingga kadar alfa selulosa dalam pulp menjadi lebih besar.

#### Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam Asetat Terhadap Jumlah Yield Pulp Yang Dihasilkan

Yield pulp hasil pemasakan merupakan perbandingan antara jumlah pulp yang dihasilkan terhadap jumlah bahan baku yang

digunakan. Penurunan dari konsentrasi asam asetat yang digunakan berpengaruh terhadap *yield* pulp. *Yield* pulp merupakan hasil yang didapat sebagai sisa hasil pemasakan dari pengurangan lignin hasil pemasakan. Hubungan antara waktu terhadap *yield* pulp untuk berbagai konsentrasi asam asetat pada suhu 100°C disajikan pada Gambar 7. Pada Gambar 7 terlihat bahwa pada konsentrasi asam asetat 90% pada suhu 100°C pada waktu akhir pemasakan memiliki *yield* pulp yang lebih rendah daripada konsentrasi asam asetat 75% dan 60% yaitu sebesar 57,2%. Begitu juga dengan konsentrasi asam asetat 75% pada suhu 100°C pada waktu akhir pemasakan memiliki *yield* pulp sebesar 61,1% yang lebih rendah daripada konsentrasi asam asetat 60% pada suhu 100°C pada waktu akhir pemasakan memiliki *yield* pulp sebesar 64%.



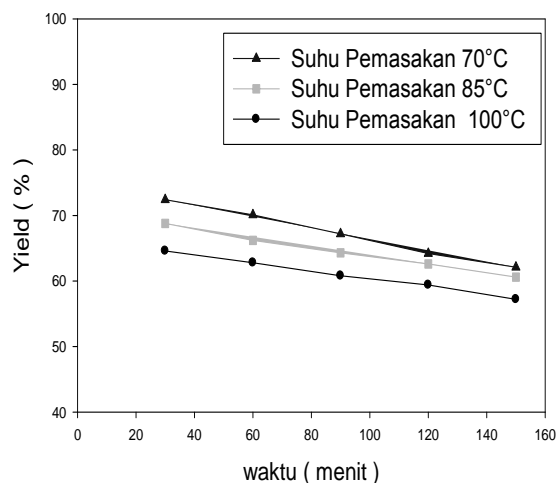
**Gambar 7.** Hubungan Antara Waktu Terhadap *Yield* Pulp Untuk Berbagai Konsentrasi Asam Asetat Pada Suhu 100°C

Hal ini dikarenakan pada konsentrasi asam asetat yang lebih besar, dengan melihat persamaan reaksi pemasakan, mengakibatkan mol asam asetat yang bereaksi dengan lignin menjadi semakin besar sehingga lignin yang dapat didegradasi menjadi lebih banyak. Dengan lignin yang semakin banyak didegradasi menyebabkan sisa hasil reaksi menjadi lebih kecil. Hasil reaksi yang semakin kecil mengakibatkan *yield* pulp yang didapatkan menjadi lebih rendah.

Penurunan *yield* pulp juga dipengaruhi oleh alfa selulosa yang rusak, semakin banyak alfa selulosa yang mengalami kerusakan pada rantai polimerisasi maka menyebabkan hasil sisa pemasakan lebih kecil pula<sup>[16]</sup>.

### Pengaruh Suhu Larutan Asam Asetat Terhadap Jumlah *Yield* Pulp Yang Dihasilkan

Dari hasil penelitian hubungan antara waktu terhadap *yield* pulp untuk berbagai suhu pada konsentrasi asam asetat 90% yang disajikan pada Gambar 8 terlihat bahwa perbedaan suhu yang digunakan dalam pemasakan bahan baku mempengaruhi dari hasil *yield* pulp yang didapat. Semakin besar suhu yang digunakan dalam proses pemasakan membuat *yield* pulp dari alang-alang semakin berkurang. Proses pemasakan dengan suhu 100°C mempunyai *yield* pulp yang lebih rendah daripada proses pemasakan dengan suhu 70 dan 85°C. Begitu juga dengan proses pemasakan dengan suhu 85°C memiliki *yield* pulp yang lebih rendah daripada proses pemasakan dengan suhu 70°C.

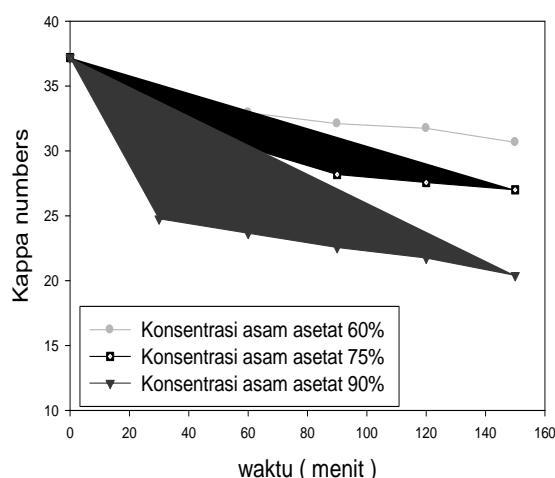


**Gambar 8.** Hubungan Antara Waktu Terhadap *Yield* Pulp Untuk Berbagai Suhu Pemasakan Pada Konsentrasi Asam Asetat 90%

Hal ini disebabkan karena lignin yang terdapat pada alang-alang dapat dihidrolisis dengan baik karena proses berlangsung pada sistem endotermis, di mana pada sistem endotermis semakin banyak panas yang diterima semakin baik hasil reaksi yang didapat. Dengan lignin yang semakin banyak didegradasi menyebabkan sisa hasil reaksi menjadi lebih kecil. Hasil reaksi yang semakin kecil mengakibatkan *yield* pulp yang didapatkan menjadi lebih rendah. Pengurangan *yield* pulp juga dipengaruhi oleh alfa selulosa yang rusak, semakin banyak alfa selulosa yang mengalami kerusakan pada rantai polimerisasi, akan menyebabkan hasil sisa reaksi yang lebih kecil pula<sup>[20]</sup>.

### Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam Asetat Terhadap Bilangan Kappa Yang Dihasilkan

Dalam penelitian ini, bilangan Kappa menunjukkan seberapa banyak lignin yang masih terdapat dalam pulp, jika bilangan Kappa tinggi, maka kadar lignin dari pulp juga tinggi, dan jika bilangan Kappa menurun, maka kadar lignin dalam pulp juga menurun, hal ini disebabkan oleh penggunaan larutan asam asetat dalam pemasakan. Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa bilangan Kappa akan mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya persentase konsentrasi asam asetat dan lamanya waktu hidrolisis yang dapat dilihat pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Hubungan Antara Waktu Terhadap Bilangan Kappa Untuk Berbagai Konsentrasi Asam Asetat Pada Suhu 100°C

Hal ini disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi asam asetat dan semakin lama waktu hidrolisis, maka semakin banyak lignin yang terhidrolisis. Lignin mempunyai sifat mengikat selulosa, sehingga semakin banyak lignin terhidrolisis, maka semakin banyak pula selulosa yang terlepas dari ikatan lignin. Oleh karena itu kadar alfa selulosa dalam pulp meningkat karena penurunan lignin. Dengan melihat persamaan reaksi pemasakan, bahwa lignin yang bereaksi dengan asam asetat akan membentuk pulp dan cairan berupa *black liquor* yang mengandung aseto ligninat. Banyaknya lignin yang terhidrolisis ini dapat dilihat berdasarkan jumlah mol aseto ligninat yang diperoleh sebanding dengan jumlah mol asam asetat.

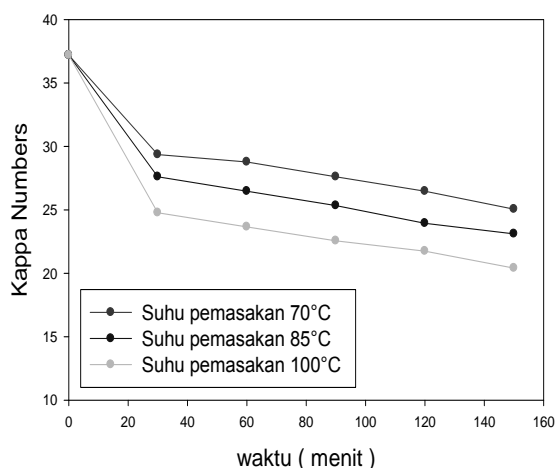
Konsentrasi asam asetat berbanding lurus dengan mol asam asetat, semakin besar konsentrasi, maka semakin besar pula molnya. Semakin meningkat jumlah mol asam asetat, maka aseto ligninat yang diperoleh juga

semakin meningkat. Sehingga lignin yang tersisa di dalam pulp semakin kecil.

### Pengaruh Suhu Pemasakan Terhadap Bilangan Kappa Yang Dihasilkan

Hubungan antara waktu terhadap bilangan Kappa untuk berbagai suhu pemasakan disajikan pada Gambar 10.

Dalam penelitian ini, bilangan Kappa menunjukkan banyaknya lignin dalam pulp. Dari hasil penelitian pada Gambar 10, terlihat bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan untuk pemasakan menggunakan asam asetat 90% menghasilkan hidrolisis lignin yang lebih baik. Pada Gambar 10 juga terlihat bahwa suhu cukup berperan dalam reaksi hidrolisis lignin, misal pada suhu 70°C hasil degradasi lignin lebih rendah daripada yang bersuhu 85°C ataupun 100°C. Begitu juga dengan yang bersuhu 85°C hasil degradasi lignin lebih rendah daripada suhu 100°C.



**Gambar 10.** Hubungan Antara Waktu Terhadap Bilangan Kappa Untuk Berbagai Suhu Pada Konsentrasi Asam Asetat 90%

Hal ini disebabkan sifat reaksi yang dipakai untuk pemasakan lignin adalah reaksi endotermis, yang jika semakin tinggi suhunya, maka konversi reaksi semakin baik, dan tentunya waktu mengikutinya, semakin lama waktu reaksi, maka lignin yang terhidrolisis juga semakin meningkat. Reaksi endotermis pada pemasakan ini akan dipengaruhi oleh panas yang diterima sewaktu pemasakan. Dengan begitu, hasil pemasakan lignin yang baik adalah pemasakan dengan konversi reaksi yang tinggi, yaitu pada suhu tertinggi. Jika lignin semakin banyak yang hilang, maka kadar alfa selulosa dalam pulp akan semakin tinggi.



### Perbandingan Antara Pulp Dari Alang-alang, Ampas Tebu dan Eceng Gondok Dengan Pulp Yang Dipersyaratkan Oleh Pabrik Kertas

Pada penelitian yang telah dilakukan, asam asetat dengan konsentrasi 90% dan pada suhu pemasakan 100°C selama 60 menit, memberikan pulp dengan kadar alfa selulosa sebesar 84,6% dan lignin sebesar 23,6628. Jika dibandingkan dengan pulp yang dipersyaratkan oleh pabrik kertas yang mengandung kadar alfa selulosa sebesar 86% dan lignin 19,2041, kadar alfa selulosa pulp dari alang-alang tersebut masih lebih rendah, sedangkan untuk lignin masih lebih tinggi. Lebih tingginya kadar alfa selulosa dan lebih rendahnya lignin yang didapat untuk pulp yang dipersyaratkan oleh pabrik kertas dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pemilihan jenis bahan baku dan jenis proses pemasakan yang digunakan. Umumnya pabrik menggunakan bahan baku berjenis *hardwood* yang mengandung kadar alfa selulosa dan lignin yang lebih besar dari *nonwood*, tetapi jenis proses pemasakan pada pabrik yang umumnya memakai proses *kraft* memberikan kadar alfa selulosa dan degradasi lignin yang lebih baik.

Berdasarkan studi literatur yang didapat untuk proses pemasakan menggunakan proses asetosolv diketahui kadar alfa selulosa, lignin dan *yield* pulp yang didapat untuk bahan baku alang-alang, ampas tebu dan eceng gondok sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Perbandingan Kadar Alfa Selulosa, Lignin Dan *Yield* Pulp Untuk Tiap Jenis Bahan Baku Hasil Dari Proses Asetosolv<sup>[18]</sup>

	Alang-alang	Ampas tebu	Eceng gondok
Kadar alfa selulosa	84,6%	83,93%	75,2%
Lignin	23,6628	39,13	8,71
<i>Yield</i> Pulp	62,8%	64,79%	-

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa kadar alfa selulosa dari alang-alang memiliki nilai tertinggi dibandingkan dengan jenis bahan baku yang lain, dengan kadar alfa selulosa yang semakin tinggi mengakibatkan daya tarik kertas semakin kuat dan daya hapus juga semakin baik sehingga kualitas dari kertas yang dihasilkan oleh pulp berbahan baku alang-alang lebih baik jika dibandingkan dengan pulp dari ampas tebu dan eceng gondok. Akan tetapi pulp dari alang-alang memiliki intensitas kecerahan kertas yang lebih jelek jika dibandingkan dengan pulp dari eceng gondok, karena banyak lignin yang

terkandung dalam pulp menyebabkan kertas yang dihasilkan menjadi lebih gelap. Jika ditinjau dari jumlah produk pulp yang dihasilkan, pemasakan dengan menggunakan bahan baku ampas tebu, memiliki *yield* pulp yang lebih tinggi dari *yield* pulp alang-alang, sehingga *yield* pulp yang dihasilkan menjadi lebih tinggi.

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Kadar alfa selulosa tertinggi didapat pada konsentrasi asam asetat yang digunakan 90% dan pada suhu proses pemasakan 100°C pada waktu 60 menit dengan kadar alfa selulosa sebesar 84,6%;
2. Bilangan Kappa terendah didapat pada konsentrasi asam asetat yang digunakan 90% dan pada suhu proses pemasakan 100°C pada waktu 150 menit dengan bilangan Kappa sebesar 20,4100;
3. *Yield* pulp tertinggi didapat pada konsentrasi asam asetat yang digunakan 60% dan pada suhu proses pemasakan 70°C pada waktu 30 menit dengan *yield* pulp sebesar 88,2%.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kunitir, M., *Culture Library*, Penerbit PT. Gramedia, Jakarta, 2010
- [2] Paskawati, Y. A., dan Susyana, *Skripsi: Pembuatan Pulp dari Sabut Kelapa sebagai Bahan Baku Kertas Komposit*, Hlm. 1-30, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala, Subabaya, 2010
- [3] Muzzie, M. D., *Hemiselulosa and Lignin*, New Jersey, 2006
- [4] Smook, G. A., *Handbook for Pulp & Paper Technologist*, Edisi Keenam, Hlm. 146-148, 1989
- [5] Mudjijati and Lourentius, S. , *Laporan Penelitian: Pembuatan Pulp Alang-alang dengan Proses Soda*, Hlm. 10-40, Hlm. 12-14, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala, Surabaya, 1996
- [6] Bocah, *Teknologi Ramah Lingkungan Untuk Industri Pulp Dan Kertas*, Penerbit Liberty, Yogyakarta, 2009
- [7] Judi, R., *Penentuan Kondisi Optimum Awal Pada Proses Enzimatik Pembuatan Pulp Kertas Dari Pelepah Pisang*, Surabaya, 2000
- [8] Surjoseputro, W. dan Tjanarko, L. S., *Skripsi: Pembuatan Kertas Komposit Dari Serat Alang-alang Dan Polipropilen*, Hlm.

- 1-30, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala, Surabaya, 2001
- [9] Johnson, *Rock-Tenn Package and Materials Testing Laboratory 2003*, <http://www.rocktennlab.com/>, Diakses 20 Nopember 2010
- [10] Siregar, D., *Penggunaan Hijauan Dalam Ransum Ayam 2001*, <http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/1322/BabII1986mms.pdf?sequence=8>, Diakses 20 Oktober 2010
- [11] Hidayati, Sri., *Pembuatan Pulp Dan Kertas Dari Ampas Tebu Dengan Proses Acetosolv*, 2009, <http://aprysilverfox.com/2010/08/makalah-pembuatan-pulp-dan-kertas-dari.html>, Diakses 10 Oktober 2010
- [12] Anton, *Alang-alang Pemlembut Kulit*, <http://anekaplanta.com/2009/01/21/alang-alang>, Diakses 10 Oktober 2010
- [13] Azizah, U., *Struktur Polimer, 2008*, [http://www.chem-is-try.org/materi\\_kimia/kimia-polimer/pengantar-polimer/struktur-polimer/](http://www.chem-is-try.org/materi_kimia/kimia-polimer/pengantar-polimer/struktur-polimer/), Diakses 5 Oktober 2010
- [14] Badan Standarisasi Nasional, *Cara Uji Kadar Alfa Selulosa, Beta Dan Gamma, 2009*, [http://pustan.bpkimi.kemenerin.go.id/files/SNI%200444-009\\_logo%20baru.pdf](http://pustan.bpkimi.kemenerin.go.id/files/SNI%200444-009_logo%20baru.pdf), Diakses 10 Agustus 2010
- [15] Enny, K., *Pengaruh Konsentrasi Larutan Pemasak Pada Proses Delignifikasi Enceng Gondok dengan Proses Organosolv, 2010*, <http://si.uns.ac.id/profil/uploadpublikasi/equilbrium/2009-vol-lib.ugm.ac.id/jurnal/download.php?datala d=42>, Diakses 10 Juli 2010
- [16] Oktaveni, D., *Lignin Terlarut Asam Dan Delignifikasi Pada Tahap Awal Proses Pulp Alkali*, 2009, <http://www.scribd.com/doc/50154312/E09dok>, Diakses 9 Agustus 2010
- [17] Wagiyanto, D., *Proses Produksi Kertas dan Limbah Yang Dihasilkan*, 2008, <http://uns.ac.id/members/d12x/recent-posts>, Diakses 9 Agustus 2010
- [18] Sutejo, M. I, dan Purnama, Y. E., *Skripsi: Pembuatan Pulp Dari Jerami Dan Ampas Tebu Dengan Pelarut Asam Asetat*, Hlm. 10-30, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala, Surabaya, 2003
- [19] Enny K., Artati, Effendi, A., dan Haryanto, T., *Pemanfaatan Ampas Tebu Dengan Proses Orgnosolv*, 2009, <http://bogoragriculturaluniversity.academia.edu/adisetiadi/Papers/823412/>, Diakses 10 Agustus 2010
- [20] Amir, B., *Pembuatan Kertas Melalui Proses Asetosolv*, 2008, <http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/12345678939950Bab%20II%20F95sfs.pdf?sequence=7>, Diakses 10 Juli 2010